

NEUM/ ★ P32 85-256984/42 ★ DE 3411-366-A
Dental probe for examining root and surrounding tissue - has light
conducting segments for spectral analysis

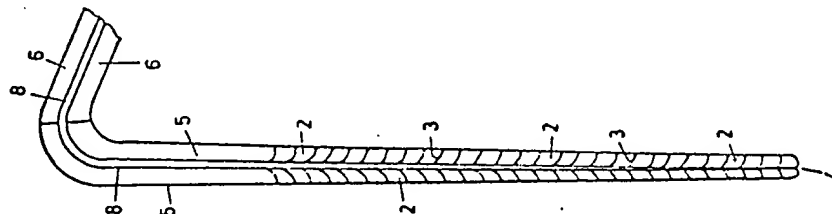
NEUMEYER S 28.03.84-DE-411366

S05 (10.10.85) A61c-19/04

28.03.84 as 411366 (1468SH)

The long, thin, rigid cone shaped probe with a tip about .5mm thick has a number of ring shaped light conducting segments (2) along its straight active section (5) that form a smooth surface. The segments are separated by reflecting surfaces (3) and are connected to a central optical fibre (8) that is linked to a computerised data processing system.

Light is emitted and received by the segments over a wide spectrum and is converted into electrical data that is analysed by the processing system. Monitoring is carried out at some 25 fixed points in a circular area around the tooth. they are entered by means of a keyboard.



ADVANTAGE - Enables non-invasive examination of sulcus
gingivae. (18pp Dwg.No.1/4)
N85-192054

© 1985 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

DEUTSCHLAND

DE 3411366 A1

A61C 19/04



DEUTSCHES
PATENTAMT

- (21) Aktenzeichen: P 34 11 366.5
(22) Anmeldetag: 28. 3. 84
(43) Offenlegungstag: 10. 10. 85

(71) Anmelder:

Neumeyer, Stefan, Dr., 8491 Eschlkam, DE

(74) Vertreter:

Wasmeier, A., Dipl.-Ing.; Graf, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 8400 Regensburg

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(54) Zahnärztliches Gerät

Die Erfindung bezieht sich auf ein zahnärztliches Gerät zur Bestimmung der physiologischen und/oder pathologischen Beschaffenheit des einen Zahn bzw. dessen Wurzel umgebenden Gewebes.

Sie zeichnet sich aus durch eine stab- oder stiftförmige Sonde, die an ihrer Außenfläche in Richtung der Sondenachse aufeinanderfolgend eine Vielzahl von lichtaussendenden und/oder empfangenden Elementen aufweist, die zumindest Teil eines opto-elektrischen Wandlers sind.

DE 3411366 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

P a t e n t a n s p r u e c h e

1. Zahnärztliches Gerät zur Bestimmung der physiologischen und/oder pathologischen Beschaffenheit des einen Zahn bzw. dessen Wurzeln umgebenden Gewebes, gekennzeichnet durch eine stab- oder stiftförmige Sonde (1, 16), die an ihrer Außenfläche in Richtung der Sondenachse aufeinanderfolgend eine Vielzahl von lichtaussendenden und/oder empfangenden Elementen (2, 17) aufweist, die zumindest Teil eines opto-elektrischen Wandlers sind.
2. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Sonde (1, 16) zu ihrem freien Ende (4, 18) hin verjüngt.
3. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtaussendenden und/oder empfangenden Elementen von in die Sonde (1) hineinreichenden Lichtleitern (8) oder von mit solchen Lichtleitern (8) optischen gekoppelten Lichtaufnahme- und/oder Lichtabgabeelementen (2) gebildet sind.
4. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaufnahme- und/oder Lichtabgabeelemente (2) Ringe aus lichtleitendem bzw. lichtdurchlässigem Material sind, die die zu dem aktiven Teil der Sonde (1) aneinander befestigt sind.
5. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringe an ihren aneinander angrenzenden Trennflächen (3) verspiegelt sind.
6. Zahnärztliches Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtaussendenden und/oder empfangenden Elemente (2) an der Sonde (1) über Lichtleiter (8) mit einem optischen Koppler (9) in einer Auswertungs- und

Steuereinrichtung (7, 7') verbunden sind, über welchen die Lichtleiter wahlweise an wenigstens einer Lichtquelle (10) und/oder an wenigstens einem opto-elektrischen Wandler (11) ankoppelbar sind.

7. Zahnärztliches Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu der Sonde (1, 16) wenigstens eine in den Untersuchungsraum einführbare Lichtquelle (15) vorgesehen ist.
8. Zahnärztliches Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine von einem Rechner (14) gesteuerte Auswertungs- und Steuereinrichtung (7, 7').
9. Zahnärztliches Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtaussendenden und/oder empfangenden Elemente von opto-elektrischen Wandlern (17) an der Sonde (16) gebildet sind.
10. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß entlang der Achse der Sonde (16) in mehreren jeweils quer zu dieser Achse verlaufenden Reihen oder Ringen eine Vielzahl von opto-elektrischen Wandlern (17) vorgesehen sind.
11. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonde (16) von einem vorzugsweise plattenförmigen Träger gebildet ist, an dessen wenigstens einer Oberflächenseite die opto-elektrischen Wandler (17) vorgesehen sind.
12. Zahnärztliches Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger aus Halbleitermaterial besteht, und daß die opto-elektrischen Wandler (17) einschließlich der zu diesen Wandlern führenden Verbindungsleiter integrierter Form hergestellt sind.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zahnärztliches Gerät

Die Erfindung bezieht sich auf ein zahnärztliches Gerät zur Bestimmung der physiologischen und/oder pathologischen Beschaffenheit des einen Zahn bzw. dessen Wurzeln umgebenden Gewebes.

Zur erfolgreichen Bekämpfung von Zahnfleischerkrankungen ist es erforderlich, die physiologische und/oder pathologische Beschaffenheit des einen Zahn bzw. dessen Wurzeln umgebenden Gewebes zu bestimmen, wobei es vor allem darum geht, die Tiefe des physiologisch bzw. pathologisch veränderten Sulcus gingivae (Furche oder Tasche um einen Zahn), die Tiefe des Destruktionsprozesses (Zerstörungsprozeß) im interradikulären Raum (Furkationsbefall) sowie die Breite der am Zahn angewachsenen Gingiva (Zahnfleisch) zu messen.

Bisher gibt es hierfür keine geeigneten und zuverlässig arbeitenden Geräte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein zahnärztliches Gerät aufzuzeigen, mit dem es möglich ist, die vor allem auch für eine erfolgreiche Behandlung erforderliche Bestimmung der physiologischen und/oder pathologischen Beschaffenheit des einen Zahn bzw. dessen Wurzeln umgebenden Gewebes einfach und zuverlässig durchzuführen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein zahnärztliches Gerät der eingangs geschilderten Art erfindungsgemäß gekennzeichnet durch eine stab- oder stiftförmige Sonde, die an ihrer Außenfläche in Richtung der Sondenachse aufeinanderfolgend eine Vielzahl von lichtaussendenden und/oder lichtempfangenden Elementen aufweist, die zumindest Teil eines opto-elektrischen Wandlers sind.

Zur Bestimmung der physiologischen und/oder pathologischen Beschaffenheit des einen Zahn bzw. dessen Wurzeln umgebenden Gewebes wird die Sonde des erfindungsgemäßen Gerätes in den

THIS PAGE BLANK (USPTO)
THIS PAGE BLANK (USPTO)

physiologisch bzw. pathologisch veränderten Sulcus gingivae eingeführt, worauf dann mit Hilfe der lichtempfangenden Elemente der Sonde in mehrere Einzelmessungen nacheinander und in jeweils geänderter (z.B. zunehmendem Abstand) von der Sondenspitze die spektrale Verteilung des von wenigstens einem Lichtaussendenden Element abgegebenen und von den Lichtaufnehmenden Elementen empfangenen Lichtes gemessen wird, wobei dann aufgrund der spektralen Änderung des empfangenen Lichtes unter Berücksichtigung der vorgegebenen Anzahl der lichtempfangenden Elemente und deren Abstand von der Sondenspitze einwandfreie Rückschlüsse z.B. auf die Tiefe des Sulcus gingivae (Taschentiefe des Zahnfleisches um den zu untersuchenden Zahn) sowie auf die Tiefe des Destruktionsprozesses im interradikulären Raum (Furkationsbefall) möglich sind. In gleicher Weise sind mit dieser Methode auch Rückschlüsse auf die Breite der angewachsenen Gingiva (Zahnfleisch) möglich. Durch die spektrale Analyse bzw. Auswertung des von den Lichtaufnehmenden Elementen empfangenen Lichtes läßt sich weiterhin auch der Entzündungsgrad des Sulcus gingivae sowie der die befallene Furkation begrenzenden Weichgewebe feststellen.

Aufgrund der spektralen Analyse bzw. Auswertung des von den Lichtaufnehmenden Elementen empfangenen Lichtes ist es weiterhin auch möglich, Aussagen über die Bakterienflora in dem physiologisch bzw. pathologisch veränderten Sulcus gingivae bzw. in dem vom Destruktionsprozeß befallenen interradikulären Raum zu machen.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in vergrößerter Teildarstellung und in Seitenansicht eine Sonde zur Verwendung bei einem zahnärztlichen Gerät gemäß der Erfindung;

Fig. 2 das Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gerätes;

Fig. 3 das Blockschaltbild einer abgewandelten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gerätes;

Fig. 4 eine abgewandelte Ausführung der Sonde zur Verwendung bei einem zahnärztlichen Gerät gemäß der Erfindung.

In den Figuren ist 1 eine Sonde, deren aktiver Teil aus einer Vielzahl von in etwa ringförmigen Elementen 2 gebildet ist, die zum Aussenden und/oder Empfangen von Licht dienen und aus lichtleitendem bzw. transparentem Material, z.B. aus glasklarem Kunststoff oder Glas hergestellt sind. Bei der dargestellten Ausführungsform besitzt die Sonde 1 achtundzwanzig derartige Elemente, die in Längsrichtung der stab- oder stiftförmigen Sonde 1 aufeinanderfolgend angeordnet und miteinander zu dem ebenfalls stab- oder stiftförmigen aktiven Teil der Sonde 1 verbunden sind. Die Grenzflächen 3 der achsgleich miteinander sowie achsgleich zu der Achse der Sonde 1 liegenden Elemente 2 sind jeweils verspiegelt und sind bei der dargestellten Ausführungsform jeweils als gekrümmte Kegelflächen derart ausgebildet, daß jede untere, der Sondenspitze 4 näher liegende Grenzfläche 3 eines Elementes 2 eine nach außen hin konvex gekrümmte kegel- oder kegelstumpfförmige Vertiefung bildet, während die der Sondenspitze 4 weiter entfernt liegende obere Grenzfläche 3 jedes Elementes einen kegel- oder kegelstumpfförmigen, außen konkav gekrümmten oberen Ansatz an jedem Element 2 bildet, wobei (mit Ausnahme des obersten, der Sondenspitze 4 am weitesten entfernt liegenden Elementes) jedes Element mit diesem Ansatz in die kegel- bzw. kegelstumpfförmige Vertiefung des benachbarten Elementes eingreifen und dort an dem benachbarten Element in geeigneter Weise, beispielsweise durch Kleben usw. gehalten ist. Das der Sondenspitze 4 am weitesten entfernt liegende oberste Element 2 greift mit seinem kegelstumpfförmigen Vorsprung in eine angepaßte Vertiefung eines starren Sondenschaftes 5 ein und ist dort gehalten. Der Sondenschaft 5 ist an seinem den Elementen 2 bzw. der Sondenspitze 4 abgewendeten Ende bei der darge-

stellten Ausführungsform abgewinkelt bzw. gekrümmt und geht in einen flexiblen Verbindungsschlauch 6 über, der die Sonde 1 mit einer Auswertungs- bzw. Steuereinrichtung 7 (Fig. 2) bzw. 7' (Fig. 3) verbindet. Die Sonde 1 kann, falls erforderlich, an einem geeigneten, nicht dargestellten Handstück befestigt werden.

Jedes Element 2 ist bei der dargestellten Ausführungsform optisch mit einem eigenen fadenförmigen Lichtleiter 8 verbunden, der beispielsweise aus glasklarem Kunststoff oder Glas (Glasfaser) besteht. Die Lichtleiter 8, die jeweils im Bereich der Achse der Sonde 1 angeordnet sind, bilden ein Lichtleiterbündel, welches über den Versorgungsschlauch 6 bis an die Auswertungs- bzw. Steuereinrichtung 7 bzw. 7' reicht, in der die dortigen Enden der Lichtleiter 8 mit wenigstens einem opto-elektrischen Wandler zusammenwirken, wie dies im folgenden noch näher beschrieben wird.

Die ringförmigen Elemente 2, die bei der Sonde gemäß Fig. 1 die lichtaussendenden und/oder empfangenden Elemente im Sinne der Erfindung bilden, sind so ausgebildet, daß sie jeweils in Richtung der Achse der Sonde 1 an der Außenfläche dieser Sonde eine ringförmige Umfangsfläche mit gleichbleibender Länge abdecken, so daß bei der in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der aktive Teil der Sonde 1 an der Außenfläche dieser Sonde in achtundzwanzig lichtaussendende bzw. lichtempfangende Abschnitte gleicher Länge unterteilt bzw. skaliert ist. Die Elemente 2 sind weiterhin so ausgebildet, daß deren Durchmesser zu Sondenspitze 4 hin abnimmt, so daß die Sonde 1 sich zu der Sondenspitze 4 hin nach Art eines langgestreckten Kegelstumpfes verjüngt.

Bei einer praktischen Ausführung beträgt der Durchmesser der Sonde 1 im Bereich der Sondenspitze 4 bzw. im Bereich des dortigen Elementes 2 in etwa 0,3 bis 0,8 mm und an der Basis, d.h. im Bereich des letzten, vor dem Sondenschaft 5 angeordneten Elementes 2 etwa 0,4 bis 1,0 mm. Der Sondenschaft 5 ist bei der dargestellten Ausführungsform so ausgebildet, daß dessen

Außenfläche praktisch die Fortsetzung des von den Elementen 2 gebildeten aktiven Teils der Sonde 1 ist. Bei einer praktischen Ausführungsform weist der Sondenschaft 5 dann an seinem der Sondenspitze 4 entfernt liegenden Ende etwa einen Durchmesser von 0,6 bis 1,5 mm auf. Die Länge der Sonde 1 (aktiver Teil dieser Sonde + Sondenschaft 5) beträgt etwa 20 mm.

Die Sonde 1 besitzt zumindest in ihrem von den Elementen 2 gebildeten aktiven Teil jeweils einen kreisförmigen Querschnitt.

Bei der in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsform führen die einzelnen Enden der Lichtleiter 8 zu einem optischen Koppler 9, der im Inneren der Auswertungs- und Steuereinrichtung 7 vorgesehen ist. Mit diesem Koppler können die einzelnen Lichtleiter 8 jeweils selektiv und in einer bestimmten Reihenfolge entweder mit einer Lichtquelle 10, oder aber mit einem opto-elektrischem Wandler 11 gekoppelt werden, der beispielsweise von einer Fotodiode, einem Fototransistor, Fotowiderstand usw. gebildet ist und entsprechend der über einen Lichtleiter 8 zugeführten Lichtmenge ein elektrisches Signal an eine Anzeige- oder Registriereinrichtung 12 liefert. Im Lichtweg zwischen der Lichtquelle 10, die beispielsweise eine Lampe oder ein anderes lichtaussendendes Element, beispielsweise Lumineszenzdiode ist, ist ein Element 13 angeordnet, mit dessen Hilfe der Spektralbereich des an den Koppler 9 abgegebenen Lichtes verändert werden kann. Das Element 13 ist beispielsweise ein variables Filter. Anstelle einer Lichtquelle 10 mit einem nachgeschalteten variablen optischen Filter oder Filterelement 13 kann auch eine Lichtquelle verwendet werden, die aus mehreren Einzellichtquellen besteht, welche jeweils Licht in einem unterschiedlichen Spektralbereich abgeben.

Der optische Koppler 9 ist beispielsweise so ausgebildet, daß er das Ende jedes Lichtleiters 8 wahlweise entweder nur mit der Lichtquelle 10 oder mit dem opto-elektrischen Wandler 11 verbindet, was entweder auf mechanische Weise durch in ihrer Lage veränderbare Reflexionsflächen, oder aber auf elektro-opti-

sche Weise erreicht werden kann. Die Auswertungs- und Steuereinrichtung 7 bzw. deren Elemente sind durch einen Rechner 14 nach einem vorgegebenen Programm steuerbar.

Grundsätzlich ist es auch möglich, anstelle des Elementes 13 oder aber zusätzlich zu diesem Element ein weiteres derartiges Element in der optischen Verbindung zwischen dem Koppler 9 und dem opto-elektrischen Wandler 11 vorzusehen, wie dies mit 13' in der Fig. 2 angedeutet ist. Weiterhin besteht bei der dargestellten Ausführungsform auch die Möglichkeit, anstelle eines einzigen opto-elektrischen Wandlers 11, mit dem wahlweise die Enden aller Lichtleiter 8 selektiv verbunden werden können, für jeden Lichtleiter 8 einen gesonderten opto-elektrischen Wandler vorzusehen.

Die Auswertungs- und Steuereinrichtung bzw. deren Elemente werden von einem Rechner 14 nach einem bestimmten Programm gesteuert.

Das System insgesamt besitzt die Möglichkeit, das von den Elementen 2 ausgesendete bzw. von diesen Elementen empfangene Licht spektral zu untersuchen bzw. das Spektrum des ausgesendeten bzw. empfangenden Lichtes über einen breiten Spektralbereich zu variieren. Diese Möglichkeit ist für jedes Element 2 separat gegeben.

Der Rechner 14 gestattet auch eine computergesteuerte Auswertung der Meß- bzw. Analyseergebnisse. Die Ergebnisse der spektralen Untersuchung des ausgesendeten bzw. empfangenen Lichtes bzw. des Vergleichs der beiden Spektren wird entweder in der Anzeige- oder Registriereinrichtung computergesteuert durchgeführt, oder aber die Ergebnisse der spektralen Untersuchung des ausgesendeten bzw. empfangenen Lichtes bzw. der Vergleich der Spektren werden im Rechner 14 zugeführt.

Hierdurch wird es möglich, die spektralen Veränderungen des empfangenen Lichtes skaliert, d.h. in Abhängigkeit des Abstandes von der Sondenspitze 4 zu untersuchen und dementsprechend einzuordnen.

Die horizontale und damit nun mögliche räumliche Einordnung der Ergebnisse wird dadurch erreicht, daß jedes Untersuchungsergebnis in Relation zum Abstand von einem vorbestimmten Meßpunkt (= Null-Punkt) auf der zirkulären Strecke (= Umfangsstrecke) um einen zu untersuchenden Zahn gewertet wird.

Dabei gibt es grundsätzlich mehrere Möglichkeiten:

1. Einteilung der circulären Strecke in 20 Meßpunkte bei den Oberkieferfrontzähnen, Oberkiefer- und Unterkiefer-Prämolaren und Unterkiefer-Eckzähnen, Einteilung der circulären Strecke in 16 Meßpunkten bei den Unterkieferfrontzähnen sowie Einteilung der circulären Meßstrecke in 25 Meßpunkte bei den Oberkiefer- und Unterkiefermolaren. Die einzelnen Meßpunkte auf der jeweiligen circulären Strecke um den zu untersuchenden Zahn sind dabei beispielsweise als mesiale, buccale, distale, linguale und mesiale Meßpunkte vorgegeben. Bei insgesamt 24 Meßpunkten auf der circulären Meßstrecke um einen zu untersuchenden Zahn entsprechen dabei die circulären Meßpunkte buccal, distal, lingual, mesial z.B. dem 6. Meßpunkt, dem 12. Meßpunkt, dem 18. Meßpunkt bzw. dem 24. Meßpunkt.

Um der Anatomie der Zähne Rechnung zu tragen, wird beispielsweise die Untersuchung des interradiikulären Raumes bei den Unterkiefermolaren den Meßpunkten 6. und 18. und bei den Oberkiefermolaren den Meßpunkten 6., 14. sowie 22. zugeordnet.

Der Rechner 14 ist beispielsweise so programmiert, daß bei diesen horizontal-circulären Meßpunkten die Untersuchung des interradiikulären Raumes einfließen kann. Es ist auch möglich, daß durch Drücken einer Taste bzw. Funktionstaste die Eingabe der Untersuchung bzw. der Werte des interradiikulären Raumes erfolgen kann.

2. Die circumdentale Strecke bzw. die circuläre Strecke um einen zu untersuchenden Zahn kann auch in vier Meßbereiche eingeteilt werden, nämlich mesial-buccal, buccal-distal, distal-lingual und lingual-mesial. Die endständigen Meßpunkte bzw. Enden eines jeden Meßbereiches entsprechend dem buccalen, distalen, lingualen und mesialen Meßpunkten, die aber mittels einer Taste bzw. Funktionstaste, die z.B. am Sondensschaft vorgesehen ist, dem Rechner 14 eingegeben werden. Die aufgenommenen Meßwerte werden dabei - unabhängig von der Anzahl - entlang der Länge des jeweiligen Meßbereiches aufgetragen. Vorausgesetzt, daß der Meßpunkt $n + 1$ jeweils näher am endständigen Meßpunkt buccal, distal, lingual bzw. mesial liegt als der Meßpunkt n , ergibt dies eine relativ anatomisch korrekte Lagebeziehung in horizontal-circulärer Richtung.

Die den interradiikulären Räumen entsprechenden Meßpunkte werden dabei ebenfalls durch Betätigen einer speziellen Taste dem Rechner 14 eingegeben. Dadurch wird eine Untersuchung des interradiikulären Raumes bzw. eine Meßwerteinspeicherung dieses Raumes ermöglicht.

Im Oberkiefer erfolgt der Anatomie der Molaren entsprechend beispielsweise eine Einteilung in sechs Meßpunkte, und zwar in:

1. mesial-buccal;
2. buccal-distal;
3. distaler Furkationsbereich;
4. palatinaler Meßpunkt zum palatinalen Furkationsbereich;
5. palatinaler Meßpunkt zum palatinal-mesialen Furkationsbereich;
6. palatinal-mesialer Furkationsbereich - mesial

Die Ergebnisse, die im Rechner 14 gespeichert sind, können entweder über einen Plotter direkt auf einen Patienten-Behandlungsplan für die Krankenkassen übertragen werden, oder werden z.B. als räumliches Bild ausgedruckt. Auch eine Anzeige über ein Sichtgerät ist natürlich jederzeit möglich.

2. Unabhängig von der Detail-Ausgestaltung der Auswertungs- und Steuereinrichtung 7 sowie des Rechners 14 ergeben sich beispielsweise die nachfolgenden Anwendungsmöglichkeiten:

I. Methode

Messung der Tiefe des physiologisch bzw. pathologisch veränderten Sulcus gingivae, der Tiefe des Destruktionsprozesses im interradikulären Raum (Furkationsbefall), sowie der Breite der angewachsenen Gingivae:

Sinn und Zweck dieser Untersuchung ist es vor allem, der untersuchenden Person ein räumliches Bild der physiologischen Situation bzw. der pathologischen Veränderung des Zahnhalteapparates bzw. des Gewebes um einen zu untersuchenden Zahn gegeben.

Aufgrund der Genauigkeit des Verfahrens wird der Behandler auch in die Lage versetzt, eine bessere Planung und Auswahl der jeweils besten Behandlungsmethode zu treffen, was zu einem größeren Erfolg beiträgt.

Die Messung der Tiefe des Sulcus gingivae (Taschentiefe) um einen zu untersuchenden Zahn erfolgt dadurch, daß die Sonde 1 mit der Sondenspitze 4 voraus an den festgelegten Meßpunkten in den Sulcus gingivae, d.h. in die um den zu untersuchenden Zahn vom Zahnfleisch gebildete Furche bzw. in die entsprechende Tasche eingeführt wird. Nach dem Einführen der Sonde 1 an einem Meßpunkt wird durch entsprechende Steuerung der Auswertungs- und Steuereinrichtung 7 (ausgehend von dem der Sondenspitze 4 benachbarten Element 2) das von jedem Element 2 aufgenommene Licht hinsichtlich seines Spektrums ermittelt, wobei diese Messung ausgehend von der Sondenspitze 4 in Richtung zum Sondenschaft 5 von einem Element 2 zum nächsten Element 2 fortschreitet und als lichtaussendendes Element bei jeder Messung dasjenige Element 2 verwendet wird, welches dem lichtempfangenden Element unmittelbar benachbart liegt. Im einzelnen

bedeutet dies, daß bei jeder Messung dasjenige Element 2 zur Aussendung von Licht verwendet wird, welches sich unmittelbar oberhalb oder unterhalb an dasjenige Element anschließt, was bei der betreffenden Messung zum Empfangen des vom Gewebe usw. reflektierten Lichtes verwendet wird. Jedes Element 2 hat somit während der Gesamtmessung eine zweifache Funktion, d.h. jedes Element 2 dient einmal als lichtaussendendes Element und einmal als lichtempfangendes Element. Die entsprechende Steuerung bzw. Umschaltung erfolgt im Bereich des Kopplers 9. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, daß die Elemente 2 entlang der Sonde 1 Elementgruppen mit jeweils zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Elementen 2 bilden, wobei in jeder Gruppe ein Element 2, beispielsweise das untere bzw. der Sondenspitze 4 näherliegende Element 2 nur zum Aussenden des Lichtes und das andere Element 2 nur zum Empfangen von Licht verwendet wird.

Diejenigen lichtempfangenden Elemente 2, die nach dem Einführen der Sonde innerhalb des Sulcus gingivae liegen liefern über die zugehörigen Lichtleiter 8 an die Auswertungs- und Steuereinrichtung 7 Licht mit einem vorgegebenen Spektrum, welches typisch für das den zu untersuchenden Zahn umgebende Zahnfleisch ist, während diejenigen Elemente 2, die außerhalb des Sulcus gingivae liegen über die zugehörigen Lichtleiter 8 Licht eines hiervon unterschiedlichen Spektrums an die Auswertungs- und Steuereinrichtung liefern. Durch die bei der Messung festgestellte Veränderung des Spektrums des aufgenommenen Lichtes kann somit anhand der Anzahl der verwendeten Elemente 2 die Tiefe des Sulcus gingivae sehr genau bestimmt wird. Dasselbe geschieht auch bei der Messung der Tiefe des Destruktionsprozesses. Wie bereits erwähnt wurde, wird (vorprogrammiert oder z.B. über einen Tastendruck usw. eingegeben) den Furkationen entsprechend in horizontale Meßwerteingabe bzw. Meßwertauswertung umgeschaltet.

Die Messung der Breite der angewachsenen Gingivae erfolgt mit demselben Prinzip, und zwar aufgrund des sich ändernden Spektrums des aufgenommenen Lichtes bzw. unter Berücksichtigung der Änderungen dieses Spektrums. Dies erfolgt z.B. vorprogrammiert

unmittelbar nach dem Messen der Taschen (Sf). Dabei werden z.B. an den Frontzähnen und Prämolaren fünf Meßpunkte, denen fünf Meßwerte entsprechen, vorgegeben und an den Molaren sieben Meßpunkte, denen sieben Meßwerte entsprechen. Der dritte und der vierte Meßpunkt entspricht dem Furkationsbereich.

II. Methode

Die pathologische Veränderung des Zahnhalteapparates wird nicht nur durch das Auftreten von Taschen (Sulcus gingivae), sondern auch durch das Vorhandensein von typischen Entzündungsmerkmalen geprägt.

Bislang wurde der Entzündungsgrad der den Sulcus bzw. die Furkation begrenzenden Weichgewebe aufgrund fehlender geeigneter Untersuchungsgeräte so gut wie nie untersucht.

Das erfindungsgemäße Gerät gestattet nun die pathologische Veränderung des Zahnhalteapparates bzw. den Entzündungsgrad der den Sulcus bzw. die Furkation begrenzenden Weichgewebe durch spektrale Analyse des empfangenden Lichtes zu untersuchen. Dabei wird davon ausgegangen, daß einem bestimmten Entzündungsgrad auch ein typisches bzw. charakteristisches Spektrum zuzuordnen ist. Die den einzelnen Entzündungsgraden entsprechenden charakteristischen Spektren sind beispielsweise im Programm des Rechners 14 vorgegeben. Grundsätzlich ist es auch möglich, daß über die jeweiligen Spektren Rückschlüsse auf das Vorhandensein bestimmter Bakterien usw. erfolgen.

Fig. 3 zeigt eine abgewandete Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gerätes, welche (Ausführungsform) sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 3 dadurch unterscheidet, daß zusätzlich zu der Sonde 1 eine Lichtquelle 15 vorgesehen ist, die bei der Untersuchung im Bereich des zu untersuchenden Zahnes platziert wird. Diese Lichtquelle 15 ist beispielsweise eine Lampe oder aber ein licht-aussendendes Halbleiterelement (Lumineszenzdiode). Grundsätzlich kann als "Lichtquelle" auch ein Lichtleiter verwendet werden, der optisch mit einer in der Ausver-

tungs- bzw. Steuereinrichtung 7' angeordneten Lichtquelle gekoppelt ist, so daß es hierdurch dann auch wieder möglich ist, über ein dem Element 13 entsprechendes und in der Auswertungs- und Steuereinrichtung 7' enthaltenes Element von der Lichtquelle 15 für die spektralen Untersuchung Licht eines ganz bestimmten Spektralbereiches abzugeben. Ein solcher als "Lichtquelle" 15 dienender Lichtleiter kann selbstverständlich optisch wiederum mit mehreren Lichtquellen innerhalb der Auswertungs- und Steuereinrichtung 7' verbunden sein, die (Lichtquellen) Licht mit unterschiedlichem Spektrum abgeben. Die Ausführungsform nach Fig. 3 hat den Vorteil, daß jedes Element 2 an der Sonde 1 nur noch als lichtaufnehmendes bzw. lichtempfangendes Element verwendet wird, wodurch sich eine Vereinfachung des Kopplers 9 ergibt, da dieser Koppler dann nicht mehr mit der Lichtquelle 10 in der Auswertungs- und Steuereinrichtung zusammenwirken muß.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 3 eignet sich insbesondere zur Messung der Tiefe des physiologisch bzw. pathologisch veränderten Sulcus gingivae (I. Methode). Bei entsprechend starker Ausbildung der Lichtquelle 15 ist es jedoch grundsätzlich auch möglich, die Ausführung nach Fig. 3 zur Untersuchung des Entzündungsgrades der den Sulcus bzw. die Furkation begrenzenden Weichgewebe einzusetzen.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform einer Sonde 16, bei der die Lichtaussendenden und/oder lichtempfangenden Elemente direkt von opto-elektrischen Wandlern 17 gebildet sind, die an der Sonde 16 vorgesehen sind und die über elektrische Leiter mit der Auswertungs- und Steuereinrichtung 7 bzw. 7' verbunden sind. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß jeweils mehrere Wandler 17 in einer Reihe quer bzw. senkrecht zur Achse der Sonde 16 vorgesehen sind und außerdem mehrere derartige Reihen bzw. Gruppen von Wandlern 17 in gleichmäßigen Abständen in Richtung der Achse der Sonde 16 aufeinanderfolgend vorgesehen sind. In jeder Reihe sind dabei beispielsweise nur Wandler 17 vorgesehen, die zum Abgeben von Licht (z.B. Lumineszenzdioden) oder zum Empfangen von Licht (z.B. Fotodioden, Fotowiderstände oder Fototransistoren) dienen, wobei jeweils eine Reihe von Wandlern

17 zum Abgeben von Licht und die darauf folgende Reihe von Wandlern 17 zum Empfangen von Licht gebildet ist. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, daß jede Reihe sowohl Wandler 17 zum Abgeben von Licht als auch Wandler 17 zum Aufnehmen von Licht aufweist.

Sofern die Sonde 16 zusammen mit einer "Lichtquelle" entsprechend der Lichtquelle 15 verwendet wird, können auch sämtliche Wandler 17 an der Sonde 16 als solche ausgebildet sein, die nur zum Empfangen von Licht dienen.

Ist die Sonde 16 stabförmig mit in wesentlichen kreisförmigen Querschnitt ausgebildet, so sind die Wandler 17 in jeder Reihe kranz- oder ringförmig um den Umfang der sich zu ihrem Ende 18 hin verjüngenden Sonde 16 angeordnet. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich die Sonde 16 so auszubilden, daß sie von einem plattenförmigen, sich zu einem Ende hin verjüngenden Substrat oder Trägermaterial gebildet ist, an dessen wenigstens einer Oberflächenseite die Wandler 17 vorgesehen sind, wobei dann diese Oberflächenseite vorzugsweise von einer transparenten bzw. lichtdurchlässigen Schutzschicht abgedeckt ist.

Sofern als Trägermaterial ein Halbleitermaterial verwendet wird, ergibt sich die Möglichkeit, die Wandler 17 einschließlich der an diese Wandler führenden Leiterbahnen in integrierter Form im Halbleitermaterial herzustellen, was in fertigungstechnischer Hinsicht besonders vorteilhaft ist.

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke verlassen wird.

Handgezeichnet

Int. Cl.³:

meldetag:

Anmeldetag:

A 61 C 19/04

28. März 1984

10. Oktober 1985

Fig.1

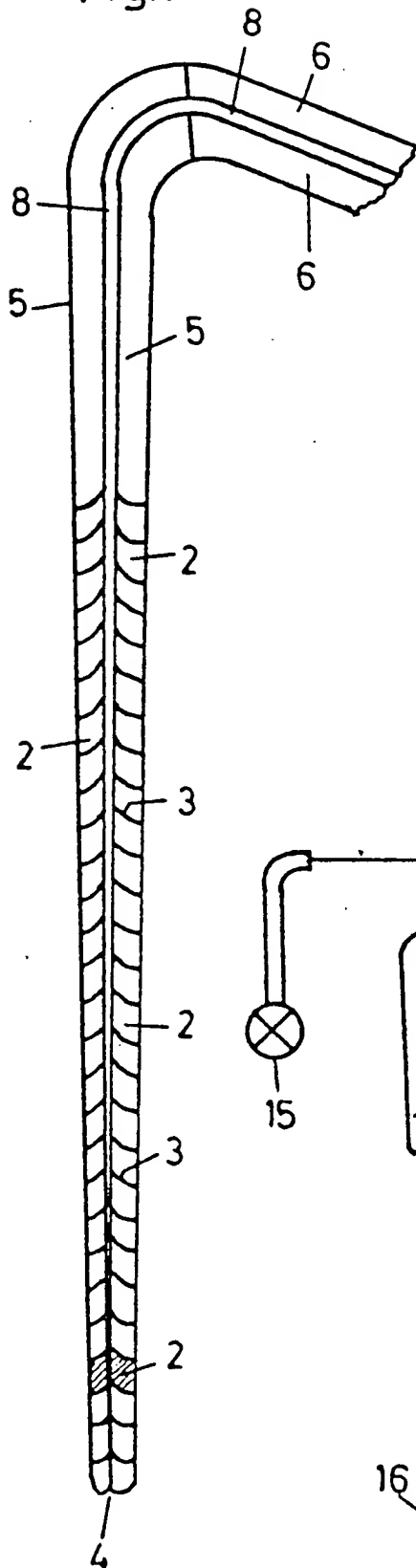


Fig.2

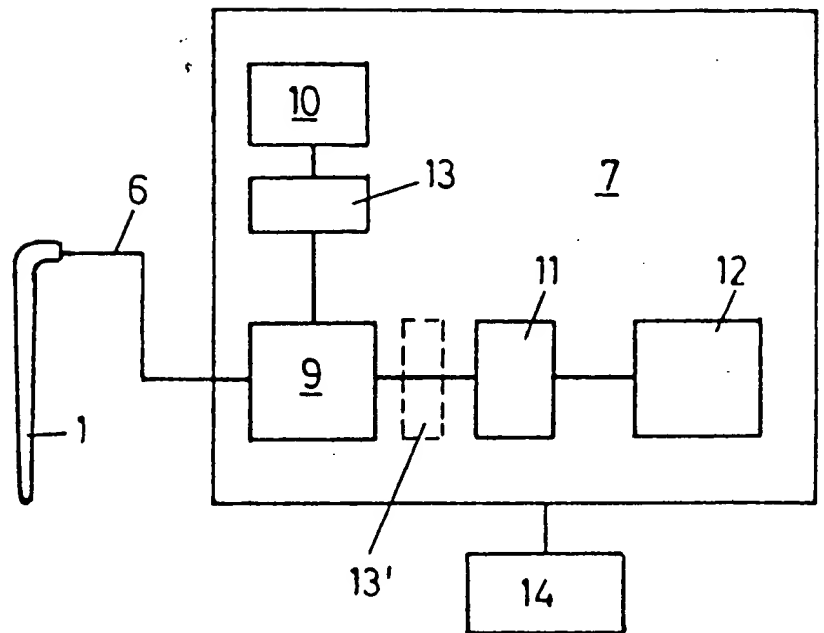


Fig.3

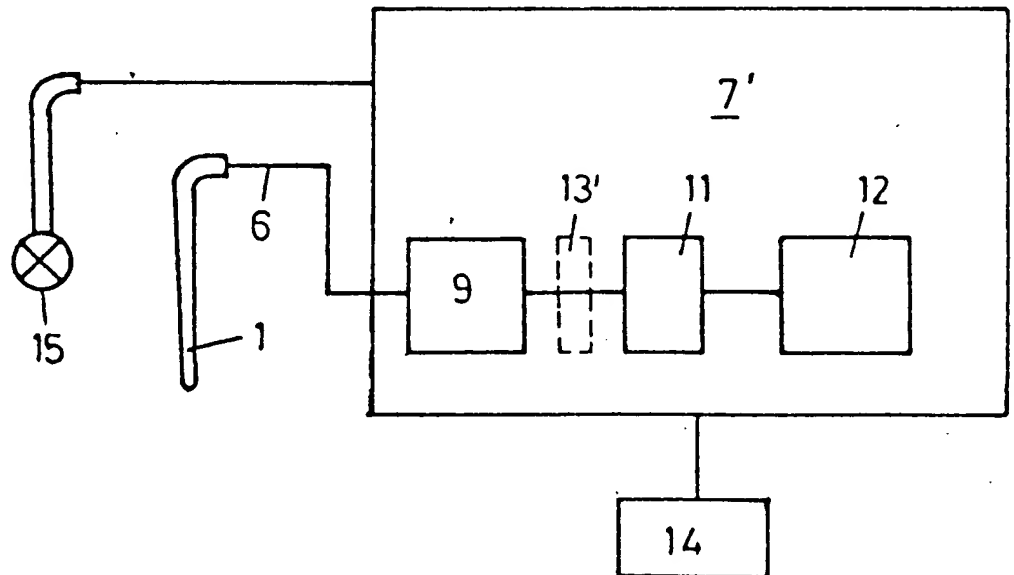
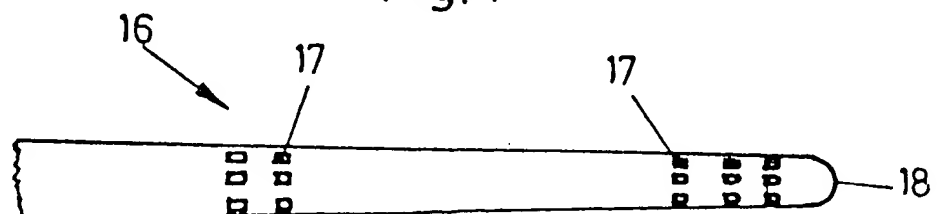


Fig.4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.